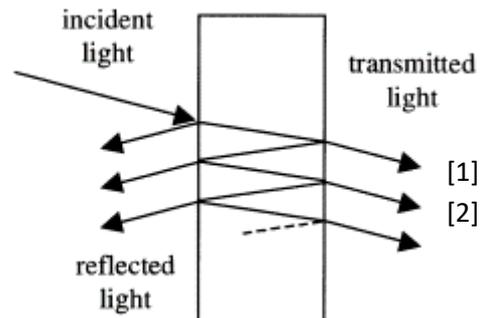


Lista de Exercício #1. (Baseada no M. Fox, Cap.1)

- (1.1) O vidro crown tem um índice de refração de $1,51$ na região espectral do visível. Calcule a refletividade da interface ar-vidro e a transmitância de uma janela de vidro típica.
- (1.3) A constante dielétrica complexa do semiconductor telureto de cádmio é dada por $\epsilon_r = 8,92 + i2,29$ em 500 nm . Calcule para $CdTe$ neste comprimento de onda: a velocidade de fase da luz, o coeficiente de absorção e a refletividade.
- (1.4) Os detectores usados em redes de fibras ópticas operando em 850 nm são geralmente feitos de silício, o qual possui um coeficiente de absorção de $1,3 \times 10^5 \text{ m}^{-1}$ para este comprimento de onda. Esses detectores têm coberturas na superfície frontal que tornam a intensidade refletida desprezível. Calcule a espessura da região ativa de um fotodiodo designado para absorver 90% da luz incidente.
- (1.5) $GaAs$ tem um índice de refração $3,68$ e coeficiente de absorção de $1,3 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$ em 800 nm . Calcule a transmitância e a densidade óptica de uma lâmina de $GaAs$ de espessura $2 \times 10^{-6} \text{ m}$.
- (1.6) A água do mar tem índice de refração $1,33$ e absorve $99,8\%$ da luz vermelha de comprimento de onda 700 nm em uma profundidade de 10 m . Qual é a sua função dielétrica complexa neste comprimento de onda?
- (1.7) Como você espera que o coeficiente de absorção de um filtro de vidro amarelo varie com comprimento de onda? Explique e esboce o gráfico correspondente.
- (1.8) Um feixe de luz é incidente sobre uma placa de faces paralelas de espessura l como mostrado na Figura. A refletividade das superfícies anterior e posterior é ρ , e o coeficiente de absorção é α . (i) Mostre que a razão entre a intensidade **do feixe transmitido** que sai da amostra após ser refletido na superfície posterior uma única vez (feixe [2]), e a intensidade do **feixe transmitido** que não sofreu reflexão (feixe [1]), é $\rho^2 e^{-2\alpha l}$.
- (ii) Calcule essa razão para uma janela transparente de vidro, cujo índice de refração é $1,5$.
- (iii) Repita o item (ii) calculando a razão dos campos elétricos em vez da razão de intensidades.
- (iv) Explique por que razão a relação dos campos pode ser mais importante que a relação entre as intensidades.
- (1.9) Repita o exercício 1,8(ii) e (iii) para a placa de $GaAs$ considerada no exercício (1.5).
- (1.10) A densidade óptica convencional de uma lâmina é dada por:



$$OD = -\log_{10}(T)$$

onde T é a transmitância de uma lâmina de material. Mostre que em um comprimento de onda no qual um meio é fortemente absorvente (ou seja para $\alpha l \gg 1$), a densidade óptica pode ser escrita como:

$$O.D. = 0.434\alpha l - 2\log(1 - \rho)$$

onde ρ é a refletividade da interface entre o ar e material da lâmina. A partir daí, explique como você poderia fazer uma estimativa do coeficiente de absorção em um comprimento de onda λ , fazendo duas medições de transmissão, uma em comprimento de onda λ onde o material absorve, e a outra em um comprimento de onda λ' onde o material é transparente.

- (1.11) O índice de refração da sílica fundida é 1.45248 em 850 nm e 1.44427 em 1500 nm. Calcule a diferença de tempo de pulsos curtos de luz, em 850 nm e 1500 nm respectivamente, para propagar uma fibra óptica de sílica de comprimento de 1 km.
- (1.12) A constante dielétrica complexa de um metal no infravermelho é dada por:

$$\tilde{\epsilon}_r = \epsilon_r + i \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega}$$

Onde ϵ_r é constante dielétrica estática, σ é a condutividade elétrica, e ω é a frequência angular. (Veja a Eqn A.45 no Apêndice A com $\mu_r = 1,0$). Estimar a refletividade de um espelho de prata no comprimento de onda 100 μm . Assuma que $\epsilon_2 \gg \epsilon_1$ e que a condutividade da prata é $6,6 \times 10^7 \Omega^{-1}\text{m}$.

- (1.13) Estime a distância sobre a qual a intensidade da luz cai por um fator de 2 em um filme de ouro para um comprimento de onda de 100 μm . A condutividade elétrica do ouro é $4,9 \times 10^7 \Omega^{-1}\text{m}$. Assuma as mesmas condições que a questão anterior.
- (1.14) Os dados apresentados na Fig. 1.5 indicam que a refletividade da prata é próxima de zero em cerca de 320 nm. Qual é o valor aproximado da constante dielétrica complexa nesse comprimento de onda?
- (1.15) Um laser de cristal de neodímio absorve fótons em 850 nm e luminesce em 1064 nm. A eficiência do processo de luminescência é quantificada em termos da eficiência quântica radiativa η_R , que é definida como a fração de átomos que emitem um fóton após terem absorvido um fóton. (i) Calcular a quantidade de energia dissipada como calor em cada processo de emissão. (ii) Se a potência total absorvida em 850 nm é 10 W, calcular a potência emitida em 1064 nm se $\eta_R = 100\%$. Quanta energia é dissipada como calor no cristal? (iii) Repita a parte ii) para um cristal com $\eta_R = 50\%$.

(1.19) Explique por que o gelo é birrefringente mas a água não.

Extras:

- E.1) Explique o significado de: (a) coeficiente de absorção, (b) coeficiente de extinção, (c) índice de refração complexo, (d) vetor de propagação complexo.
- E.2) (a) Escreva as expressões genéricas para os coeficientes de Fresnel de transmissão e reflexão de uma interface entre os meios transparentes 1 e 2. (b) Determine os coeficientes de Fresnel de uma interface ar-sílica, para o comprimento de onda de 500 nm e incidência a 45° . (c) Determine os coeficientes de Fresnel de uma interface ar-silício, para o comprimento de onda de 1500 nm e incidência a 30° . (d) Determine a refletividade das interfaces mencionadas nos itens (b) e (c).